

## WEST

 Generate Collection 

L1: Entry 36 of 47

File: DWPI

Feb 16, 2001

DERWENT-ACC-NO: 2001-250288

DERWENT-WEEK: 200126

COPYRIGHT 2002 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Ion implantation equipment for injecting ions into semiconductor wafer, restraints energy contamination of wafer based on correlation value between wafer energy contamination and beam transportation efficiency

## PATENT-ASSIGNEE:

ASSIGNEE	CODE
SUMITOMO EATON NOVA KK	SUMH

PRIORITY-DATA: 1999JP-0216626 (July 30, 1999)

## PATENT FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
JP 2001043823 A	February 16, 2001		009	H01J037/317

## APPLICATION DATA:

PUB-NO	APPL-DATE	APPL-NO	DESCRIPTOR
JP2001043823A	July 30, 1999	1999JP-0216626	

INT-CL (IPC): H01 J 37/05; H01 J 37/317; H01 L 21/265

ABSTRACTED-PUB-NO: JP2001043823A

## BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - The ion beam energy at measure normal position in preset ion beam guide path are measured. The beam transportation efficiency between measure normal positions are computed. The energy contamination of wafer (13) is restrained based on correlation value between wafer energy contamination and beam transportation efficiency.

DETAILED DESCRIPTION - An INDEPENDENT CLAIM is also included for ion implantation procedure.

USE - For injecting ions into semiconductor wafer.

ADVANTAGE - Energy contamination of wafer is controlled by improving beam transportation efficiency.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows the schematic diagram of ion implantation equipment.

Wafer 13

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/4

TITLE-TERMS: ION IMPLANT EQUIPMENT INJECTION ION SEMICONDUCTOR WAFER RESTRAIN ENERGY CONTAMINATE WAFER BASED CORRELATE VALUE WAFER ENERGY CONTAMINATE BEAM TRANSPORT

EFFICIENCY

DERWENT-CLASS: U11 V05

EPI-CODES: U11-C02B2; V05-F08D3;

SECONDARY-ACC-NO:

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N2001-178615

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-43823

(P2001-43823A)

(43)公開日 平成13年2月16日 (2001.2.16)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>  
H 01 J 37/317

識別記号

F I  
H 01 J 37/317

テ-マコ-ト(参考)  
Z 5 C 0 3 3  
C 5 C 0 3 4

37/05  
H 01 L 21/265

37/05  
H 01 L 21/265

T  
6 0 3 B

審査請求 未請求 請求項の数24 OL (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平11-216626

(71)出願人 000183196

住友イートンノバ株式会社  
東京都田無市谷戸町2丁目4番15号

(22)出願日 平成11年7月30日(1999.7.30)

(72)発明者 桃澤 光昭

愛媛県東予市今在家1501番地 住友イート  
ンノバ株式会社愛媛事業所内

(74)代理人 100071272

弁理士 後藤 洋介 (外1名)

Fターム(参考) 5C033 AA03

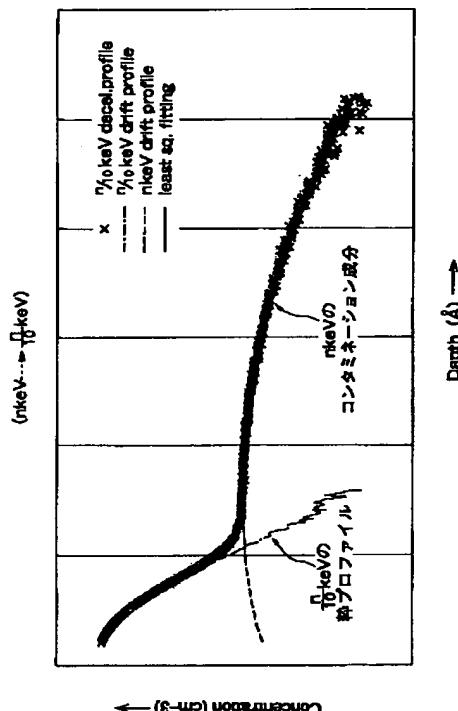
5C034 CC02 CD03 CD06 CD07

(54)【発明の名称】 イオン注入装置及びイオン注入方法

(57)【要約】

【課題】 イオン注入装置において、低いエネルギーでイオンをウェハに注入する際に生じるエネルギー・コンタミネーションを軽減することである。

【解決手段】 ビームライン上の互いに異なる位置におけるビーム輸送効率が、ウェハのエネルギー・コンタミネーションと互いに関連していることを見出し、エネルギー・コンタミネーションが小さくなるように、ビーム輸送効率を調節する。ウェハに対するイオン注入の前に、ビーム輸送効率を各位置におけるビーム電流を測定することによって得られるため、ウェハに実際にイオンを注入する必要がなくなる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 イオンビームを所定経路に沿ってウェハーまで導き、前記イオンビームをウェハーに注入するイオン注入装置において、前記所定経路中の互いに異なる複数の測定位置におけるビームエネルギーを測定する手段と、各測定位置のビームエネルギーから、測定位置間のビーム輸送効率を得る手段と、ウェハーのエネルギー kontamineshonと前記ビーム輸送効率との間の相関関係を利用して、前記ウェハーにおけるエネルギー kontamineshonを抑制する手段とを有することを特徴とするイオン注入装置。

【請求項2】 請求項1において、前記イオン注入装置は、ビームの中間収束点または質量分析スリットを有し、前記ビームの中間集束点または質量分析スリットの前後位置を前記測定位置の一つとし、当該測定位置におけるビーム中の中性ビームの成分比率を一定比率以下となるように調整することを特徴とするイオン注入装置。

【請求項3】 請求項2において、前記相関関係は、ビーム輸送効率とウェハーのエネルギー kontamineshon量との相関関係の測定データを保持したテーブルに基づいて、算出されることを特徴とするイオン注入装置。

【請求項4】 請求項3において、前記相関関係は、反比例の関係にあることを特徴とするイオン注入装置。

【請求項5】 請求項1において、前記イオン注入装置は、イオン源、アナライザ、イオン減速電極、ウェハー処理室とを備え、前記複数の測定位置は、前記イオン減速電極の後方位置及び前記ウェハー処理室のイオン注入位置であり、これら各測定位置における測定結果から前記ビーム輸送効率を算出することを特徴とするイオン注入装置。

【請求項6】 請求項5において、前記 kontamineshon量は、前記イオン減速電極における減速率をも考慮して決定されることを特徴とするイオン注入装置。

【請求項7】 イオン源と引出電極、質量分析装置と質量分析スリット、ウェハー処理室等を備えるイオン注入装置のイオン注入方法において、ウェハーにおけるエネルギー kontamineshonの目標値を設定しておき、イオンビームのビーム輸送効率を測定すると共に、当該ビーム輸送効率とエネルギー kontamineshonとの間の相関関係にしたがって、ウェハーのエネルギー kontamineshonを目標値以下にすることを特徴とするイオン注入方法。

【請求項8】 請求項7において、前記イオンビームのビーム輸送効率を測定する一方、ウェハーのエネルギー kontamineshonの目標値を指針として、注入の可否を判断することを特徴とするイオン注入方法。

【請求項9】 ビーム輸送効率をある値以上として、必要ビームの成分比率精度を向上させ、ビームにおける中性ビームの成分比率を低下させることにより、エネルギー kontamineshonを目標値以下に抑えることを特徴

とするイオン注入方法。

【請求項10】 イオン源と引出電極、質量分析装置と質量分析スリット、ウェハー処理室等を備えるイオン注入装置において、ビームの中間収束点または質量分析スリットの前後位置におけるビーム中の中性ビームの成分比率を一定比率以下となるよう構成したことを特徴とするイオン注入装置。

【請求項11】 請求項10において、ビームの中間収束点または質量分析スリットの前後位置とウェハーの前後位置にそれぞれビーム電流を測定する第一及び第二のファラディカップを設け、ビームの測定値の差を参照して、ビーム輸送効率の測定を行うことを特徴とするイオン注入装置。

【請求項12】 請求項10において、イオンビームのビームラインに減速装置を設けて、減速装置を用いる減速注入時のビーム輸送効率とエネルギー kontamineshonの関係に基づいてイオン注入量を制御調節することを特徴とするイオン注入装置。

【請求項13】 請求項12において、減速装置は減速電極部にて構成するとともに、該減速電極部からウェハーまでのビーム輸送効率とエネルギー kontamineshonの量との反比例関係に基づいて、許容量以上のエネルギー kontamineshonが発生しないよう構成したことを特徴とするイオン注入装置。

【請求項14】 請求項13において、減速電極部の直後とウェハーの直後にファラディカップを設けて、ウェハーへの注入開始前のビーム輸送効率を測定するよう構成したことを特徴とするイオン注入装置。

【請求項15】 請求項11乃至14のいずれかにおいて、ビーム輸送効率の測定値とあらかじめ設定してある許容下限値とを比較し、下限を下回る場合は、注入開始しないよう構成したことを特徴とするイオン注入装置。

【請求項16】 請求項10乃至15のいずれかにおいて、イオン源とビーム輸送系とをチューニングする手段を備えていることを特徴とするイオン注入装置。

【請求項17】 請求項10乃至16のいずれかにおいて、ビーム輸送効率の測定値とあらかじめ設定してある許容下限値とを比較し、下限を下回る場合は、注入開始しないよう構成し、注入開始しない場合は、エラーメッセージを表示し、自動的にイオン源とビーム輸送系の再チューニングを実施するよう構成したことを特徴とするイオン注入装置。

【請求項18】 請求項10乃至17のいずれかにおいて、ビーム輸送系のチューニングの際に、質量分析スリットを可変スリット幅方式として、ビームの調整するよう構成したことを特徴とするイオン注入装置。

【請求項19】 請求項12乃至17のいずれかにおいて、質量分析スリットを減速電極兼用としたことを特徴とするイオン注入装置。

【請求項20】 請求項10において、ビーム輸送系の

チューニングの際に、最小幅の質量分析スリットに自動的に切り替え、ビームの軸出しを行うとともに、アナライザーのコイル電流を調整するよう構成したことを特徴とするイオン注入装置。

【請求項21】 請求項12において、減速電極部の直後に設けられたフラグファラディと、ウェハディスクの直後に設けられたディスクファラディとによって、ビーム輸送効率を測定するよう構成したことを特徴とするイオン注入装置。

【請求項22】 請求項10において、ウェハにビームが当たり始める前にビーム輸送効率の測定を行うよう構成したことを特徴とするイオン注入装置。

【請求項23】 請求項15において、許容下限値となる規定値を、エネルギー・コンタミネーションに対する所望の許容量もしくは各注入レシピに応じて設定可能に構成したことを特徴とするイオン注入装置。

【請求項24】 各イオン種におけるビーム輸送効率とエネルギー・コンタミネーションの量との反比例関係に基づく各必要ビーム電流値における測定結果のテーブルを作成し、そのテーブルに基づいた限界ビームビーム輸送効率値を用いて、各必要ビーム電流値におけるイオン注入のエネルギー・コンタミネーション調節を行うことができることを特徴とするイオン注入装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、イオン源からのイオンビームをウェハーに注入することができるイオン注入装置及びイオン注入方法に関する。

##### 【0002】

【従来の技術】一般に、この種のイオン注入装置は、イオン源、引出電極、質量分析装置、質量分析スリット、加速・減速装置、ウェハ処理室等をビーム輸送系に沿って配置した構成を備えており、半導体等のウェハ（以下、単に、ウェハと呼ぶ）にイオンを注入するのに使用されている。

【0003】最近、半導体装置は、より高密度化、高集積化される傾向にある。このような半導体装置における高集積化を実現するためには、ウェハ内に浅い接合（即ち、シャロウ・ジャンクション）を形成できる技術が必要となっている。このようなシャロウ・ジャンクションを形成するためには、非常に低いエネルギー（5KeV未満、特に、1KeV以下）で、イオン打込みを行うことができるイオン注入装置が要求されている。

【0004】このように、非常に低いエネルギーのイオンを注入する際、充分なビーム電流を得るために、一旦、高いエネルギーでビームを引き出し、質量分析を行った後、ウェハの近くでエネルギーを減速電極（以下、ディセルと呼ぶ）を用いて減速する方法が採用されている。

##### 【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明者等の研究によれば、このような方法により、非常に低いエネルギーでウェハにイオンを注入した場合、目的とするイオン以外のイオンが、ウェハに注入され、ウェハが汚染されるようなコンタミネーションを避けることができないことが判明した。また、このようなコンタミネーションは、ウェハの深い位置まで達することが判明した。

【0006】このような理由により、シャロウ・ジャンクションを形成するのに適したイオン注入装置は、未だ実用化されていないものと考えられる。

【0007】本発明の課題は、シャロウ・ジャンクションを形成するのに適したイオン注入装置を提供することである。

【0008】本発明の他の課題は、エネルギー・コンタミネーションの発生を軽減できるイオン注入装置を提供することにある。

【0009】本発明の更に他の課題は、非常に低いエネルギーのイオンをコンタミネーションを少なくしてウェハに注入できるイオン注入方法を提供することである。

##### 【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の一実施態様によれば、イオン源、引出電極、質量分析装置、質量分析スリット、ウェハ処理室を備えるイオン注入装置において、イオンビームのビーム輸送効率とウェハのエネルギー・コンタミネーションとの関係に基づいて、イオン注入を管理するよう構成したイオン注入装置及び注入方法が得られ、これによって、エネルギー・コンタミネーションを抑制することができる。

【0011】また、本発明の他の実施態様に係るイオン注入装置は、イオンビームのビームラインに減速装置を設けて、減速装置を用いる減速注入時に、ビーム輸送効率とエネルギー・コンタミネーションの関係に基づいて注入を管理するよう構成されている。この場合、減速装置は、減速電極部にて構成するとともに、減速電極部からウェハまでのビーム輸送効率とエネルギー・コンタミネーションの量との反比例関係に基づいて、許容量以上のエネルギー・コンタミネーションが発生しないよう構成できる。上記したビーム輸送効率は、減速電極部の直後とウェハの直後にファラディカップを設けて、ウェハへの注入開始前に測定される。

【0012】本発明の他の実施態様に係るイオン注入装置は、測定されたビーム輸送効率の測定値とあらかじめ設定してある許容下限値とを比較し、許容下限値を下回る場合には、イオン注入を開始しないように、構成されている。また、イオン源とビーム輸送系のチューニングを行う装置が設けられても良い。

【0013】更に、ビーム輸送効率の測定値とあらかじめ設定してある許容下限値とを比較し、許容下限値を下回る場合は、注入開始しないよう構成し、注入開始しない場合は、エラーメッセージを表示し、自動的にイオン

源とビーム輸送系の再チューニングを実施するように、構成されても良い。

【0014】上記したチューニングする装置は、ビーム輸送系のチューニングの際に、質量分析スリットを可変できる可変スリット幅構成を備え、これによって、ビームを調整することができる。また、この場合、質量分析スリットは、減速電極として兼用されても良い。

【0015】一方、ビーム輸送系のチューニングを行う装置は、最小幅の質量分析スリットに自動的に切り換える、ビームの軸出しを行うとともに、アナライザーのコイル電流を調整するように、構成しても良い。

【0016】前述したことからも明らかな通り、本発明では、ウェハにビームが当たり始める前にビーム輸送効率の測定が行なわれ、許容下限値となる規定値を、エネルギー・コンタミネーションに対する所望の許容量もしくは各注入レシピに応じて設定可能に構成される。

【0017】

【発明の実施の形態】ここで、図1を参照して、本発明を適用できるイオン注入装置の概略構成、及び、本発明の原理について説明する。まず、本発明を適用できるイオン注入装置は、イオン源15、引出電極17、質量分析装置16、質量分析スリット11、ウェハ処理室18、フラグファラディ12、ディスクファラディ14を備え、イオン源15からビームは所定経路、即ち、ビームラインを通って、ウェハ処理室18のイオン注入位置に設けられたウェハ13に導かれる。

【0018】図示されたイオン注入装置の場合、質量分析スリット11は、ビームを減速するための装置（ディセル）としても使用されている。図からも明らかな通り、フラグファラディ12は、質量分析スリット11の後方に設置されており、他方、ディスクファラディ14はウェハ13の後方に配置されている。尚、本発明は、減速を行わないイオン注入装置に適用しても、問題となることがない。

【0019】質量分析装置16には、分析電磁石が配置されており、この分析電磁石により、イオン源15及び引出電極17によって引き出されたイオンビームは、当該イオン種に応じた軌道に分散されると共に、中間領域19を通って、質量分析スリット11に導かれる。

【0020】分析電磁石から質量分析スリット11までの中間領域19を通過する際、一部のイオンは、残留ガス分子などとの衝突によって電子を獲得し、中性化する。この中性化したイオンは、減速電界の作用を受けないため、減速されずに高いエネルギーのまま、質量分析スリット11及びウェハ処理室18を通過して、ウェハ13に注入されてしまうことが判明した。この中性化したイオンは、所望のドーパントとは、異なる深さに注入され、この結果、エネルギー・コンタミネーションを発生させることが、確認された。

【0021】特に、予定より深く注入される中性化した

イオンは、シャロウ・ジャンクションの形成には、有害である。より具体的に言えば、大量のエネルギー・コンタミネーションが発生すると、接合の探さがコンタミネーション成分によって決まってしまうため、極低エネルギーで浅く注入していても、コンタミネーションによる深い接合が優先してしまい、浅く注入していることにならないことが判明した。

【0022】エネルギー・コンタミネーションの許容量は、半導体デバイスの構造や製造プロセスに依存するため、一概には言えないが、現状では数%以下程度が上限であると、予測される。

【0023】通常、このエネルギー・コンタミネーションの発生量は、分析電磁石から質量分析スリット、即ち、減速電極部（ディセル）11までの距離と、その区間の真空間に依存すると考えられてきた。

【0024】しかし、本発明者等の実験によれば、エネルギー・コンタミネーションの発生量は、ディセル11以後のビームの輸送効率と相関関係があることが判明した。これは、エネルギー・コンタミネーションの量が、減速後のビームの走行距離、減速後のチャージアップの度合い、減速時の収束一発散作用、イオン源と分析電磁石のチューニングなどに大きく依存することによることを示している。

【0025】従って、エネルギー・コンタミネーションの量は、ビームのチューニングを行う度に変化すると考えられる。

【0026】従来、注入時にエネルギー・コンタミネーション量と、ビームの輸送効率との関係については、何等、考慮されていないため、エネルギー・コンタミネーションを予め予測することは、実際上不可能である。このため、イオン注入されるべき複数のウェハ中に、コンタミネーションをモニターするためのモニターウェハを混ぜて、測定から分析まで日数をかけて行い、実際のイオン注入プロファイルを実測する手法が採用されている。しかし、この手法により、実際に、不具合が発見されるまで、相当量のウェハに対するイオン注入処理が終わるため、ウェハの損失が多くなってしまうと言う欠点がある。

【0027】本発明の原理は、ディセル11以後のビームの輸送効率とエネルギー・コンタミネーションとの相互関係を予め算出しておき、ビームの輸送効率を制御することによって、エネルギー・コンタミネーションの発生を軽減することにある。

【0028】図2を参照すると、本発明の一実施形態に係るイオン注入装置が示されている。図2に示されたイオン注入装置は、図1と同様に、イオン源15、引出電極17、質量分析装置（分析用電磁石）16、質量分析スリット11、ウェハ処理室18を備えている。中間領域19には、ビームパイプ21、22が配置されており、且つ、ビームを減速させる減速装置（ディセル）1

1も配置されている。ディセル11は、質量分析スリット23、減速電極24を備え、減速電極24の直後には、図1と同様に、第一の測定体としてフラグファラディ12が設置される一方、複数のウェハ13を搭載したウェハディスクの後方には、第二の測定体としてディスクファラディ14が設置されている。図示された例では、イオン源15からのイオンビームは、所定経路、即ち、所定のビームライン30に沿ってウェハ処理室18内のウェハ13上に導かれる。

【0029】図2に示すイオン注入装置において、イオン源15からnKeVのボロンビームを引き出し、このボロンビームを10分の1(n/10KeV)に、減速電極24により減速して、シリコンウェハ13に注入した場合について考慮する。図3を参照すると、この場合におけるSIMSによるウェハ13の典型的な測定結果をあらわすプロファイルが示されている。

【0030】図3からも明らかな通り、図示された減速注入のプロファイルは、n/10KeVの成分と、コンタミネーション成分であるnKeVの成分に分離できることが分かる。また、コンタミネーション成分は、目的のドーパント成分とウェハーの浅い位置において重なっており、且つ、ドーパント成分に比較して、ウェハの深い位置まで達していることが分かる。

【0031】本発明では、エネルギー・コンタミネーション成分と、減速電極部(ディセル)11からウェハまでのビーム輸送効率とが、相互に関連していることを見出\*

$$I_{NO} = \alpha I_{D0}$$

比例係数 $\alpha$ は、中性化率であり、原理的には、この区間の長さ、真空度、残留ガス種、ビームイオン種、及び、ビームエネルギーに依存する。

【0037】これらのビームが、ウェハに注入されると\*

$$C_{Ene} = I_{ND} / I_{D0}$$

中性化したビームのディスクファラディまでの輸送効率を $\epsilon_N$ とすると、 $I_{NO}$ と $I_{ND}$ との関係は、次の式で表わさ★

$$I_{ND} = \epsilon_N I_{NO}$$

これらの関係から、エネルギー・コンタミネーション量は、次のように表わされる。★

$$C_{Ene} = \alpha \epsilon_N ( I_{D0} / I_{D0} )$$

$I_{D0} / I_{D0}$ は、アナライザー出口からウェハまでのビーム輸送効率の逆数である。従って、 $\alpha$ と $\epsilon_N$ が定数ならば、エネルギー・コンタミネーションの割合は、ビーム輸送効率にほぼ反比例する。また、中性化したビームの輸送効率 $\epsilon_N$ は、ほとんど質量分析スリットであるリゾルビングアパチャーレの幅だけで決まり、低エネルギーのビームに対しては、ビームのチューニングに依らない定数となる。以上の事実から、エネルギー・コンタミネーションと、アナライザー出口からウェハまでのビーム輸送効率◆

$$I_{Df} = \epsilon_{11} I_{D0}$$

また、ウェハに注入されるビーム電流 $I_{D0}$ は、第二のファラディカップであるディスクファラディ14で測定さ\*

\*し、ビーム輸送効率がさまざまな場合に対して、このようなプロファイル測定と成分分離を実施した。

【0032】その結果、図4に示すビーム輸送効率とエネルギー・コンタミネーションの関係が得られた。図4では、横軸にビーム輸送効率の逆数、縦軸にエネルギー・コンタミネーションの割合(%)を取った場合の関係を示しており、図からも明らかのように、ビーム輸送効率の逆数とエネルギー・コンタミネーションの割合との間には、非常に強い相関があることが分かる。ここでは、ビーム輸送効率の逆数を取ったが、ビーム輸送効率自体を採用した場合には、当該ビーム輸送効率とエネルギー・コンタミネーションとの間には、反比例の相関関係があることは言うまでもない。

【0033】尚、図4では、図2のフラグファラディ12の測定結果をディスクファラディ14の測定結果によって除算した結果をビーム輸送効率として示している。

【0034】本発明者等の研究によれば、エネルギー・コンタミネーション成分は、主として質量分析装置16であるアナライザーの出口から、質量分析スリットまたは質量分析スリットを含むディセル電極部11までの直線区間で、イオンが中性化することによって発生する。

【0035】ここで、この区間を通過するイオンビームの電流値を $I_{D0}$ 、中性化したイオンビームを $I_{ND}$ とする。中性化率があまり大きくなきとき、中性化するビーム量は、元のイオンビームの量に比例する。

#### 【0036】

(1)

※きの電流値を、それぞれ $I_{D0}$ 、 $I_{ND}$ とすると、エネルギー・コンタミネーションの割合は、次の式で定義される。

#### 30 【0038】

(2)

★れる。

#### 【0039】

(3)

#### ☆【0040】

(4)

◆率の逆数との、(4)式で表わされる比例性が保証され40 る。

【0041】ビームの測定には、ディセル電極部直後の第一のファラディカップであるフラグファラディ12でのビーム電流 $I_{Df}$ を用いる。アナライザー出口からフラグファラディ12までのビーム輸送効率(ほとんどがリゾルビングアパチャーレの通過率)を $\epsilon_{11}$ とすると、これらの間の関係は、次の式で表わされる。

#### 【0042】

(5)

\*れるビーム電流に等しい。従って、実際に使われる式は、(4)ではなく次の式となる。

【0043】

$$C_{\text{Ene}} = (\alpha \varepsilon_N / \varepsilon_{i1}) (I_{iF}/I_{iD})$$

$I_{iF}/I_{iD}$ はフラグファラディ12からディスクファラディ14までのビーム輸送効率の逆数( $1/\varepsilon_{i2}$ )である。【0044】(6)式をコンタミネーション管理に使うためには、 $\varepsilon_{i1}$ が一定とみなされなければならない。しかし、 $\varepsilon_{i1}$ は $\varepsilon_N$ と異なり、ビームのチューニングに影響されるものである。たとえば、 $I_{iF}/I_{iD}$ を100%に近づけようとして焦点をぼかすと、リゾルビングアパチャードを通過できるビームが減り、 $\varepsilon_{i1}$ が下がって、予想( $\varepsilon_{i1}$ が一定とした場合)よりコンタミネーションが増えることになる。そこで、(6)式を実際に使用するためには、ビームが質量分析スリットであるリゾルビングアパチャードで常に焦点を結ぶように、チューニングしなければならない。ビームラインの設計は、普通にチューニングすれば、ここで焦点を結ぶようになっているため、 $I_{iF}/I_{iD}$ を上げようとして、チューニングをずらすときがポイントとなる。

【0045】図4には、 $C_{\text{Ene}}$ と $I_{iF}/I_{iD}$ の比例関係を示す場合が示されている。この場合、(6)式によるエネルギーーコンタミネーションの管理が可能で、実効エネルギーーコンタミネーションを1%以下にするためには、ビーム輸送効率を50%以上(ビーム輸送効率の逆数を2)にすれば良いことがわかる。

【0046】(6)式の $C_{\text{Ene}}$ は、ディセル注入のデブスプロファイルをドリフト成分(即ち、ドーパント成分)とコンタミネーション成分に分解し、それらの面積比を取って得られるエネルギーーコンタミネーションである。しかし、極低エネルギーでは、図3に示すように、コンタミネーション成分の浅い部分は、前述したように、ドリフト成分と重なり、実質的に害にならない。

【0047】エネルギーーコンタミネーションの指標として使用する実質エネルギーーコンタミネーションは、ドリフト成分の濃度が $X/\text{cm}^2$ になる深さを求め、それより深く注入されているイオンの総数をそれより浅く注入されているイオンの総数で割った値で定義する。この定義によるコンタミネーションは、(6)式の $C_{\text{Ene}}$ より必ず少なくなるので、 $C_{\text{Ene}}$ が1%未満になれば、実質コンタミネーションも必ず1%未満になる。つまり、(6)式による管理は実質エネルギーーコンタミネーションに対しても有効である。実質エネルギーーコンタミネーションとビーム輸送効率の関係も、(6)式と同じ比例関係に近づく((6)式に漸近する)。

【0048】したがって、エネルギーーコンタミネーションを目標値(例として、1%)以下に抑えるためには、減速電極部11からウェハ13までのビーム輸送効率をエネルギーーコンタミネーション目標値に対応するビーム輸送効率の相関値(例として、50%)以上にすればよいことが分かる。逆に言えば、ビーム輸送効率がエネルギーーコンタミネーション目標値に対応するビーム輸送効率

率の相関値に満たない場合に、注入インターロックをかけることによって、許容量以上のエネルギーーコンタミネーションが入らないようにすることができる。【0049】したがって、ビーム輸送効率をある相関値(例として50%)以上にすれば、必要ビームの成分比率割合が増加し、ビームにおける中性ビームの成分比率を低下できるから、エネルギーーコンタミネーションは目標値(例として1%)以下に抑えることができる。

【0050】ただし、イオン源15、引出電極17、質量分析装置16、質量分析スリット23、ウェハ処理室18等を備えるイオン注入装置において、ビームの中間収束点または質量分析スリット23の前後位置におけるビーム中の中性ビームの成分比率を一定比率以下となるよう構成しておいて、ビーム輸送効率が100%においてはもちろん、ビーム輸送効率をある相関値としたときでもエネルギーーコンタミネーションの目標値に対応できるようなビーム中の中性ビームの成分比率以下としておくことが必須の条件となる。

【0051】図2を参照して、このことをより具体的に説明すると、ビームパイプ21・22を有する中間チャンバー19内に、質量分析スリット23や減速電極24から構成される減速電極部11の直後に第一の測定体であるフラグファラディ12を置き、また、ウェハディスクの直後に、第二の測定体であるディスクファラディ14を置くことによって、ビーム輸送効率を測定する。それぞれのファラディカップ12、14で測定したビーム電流値を比較すれば、ビーム輸送効率が求められる。

30 ウェハディスクを図2の上下方向に移動させることにより、スキャン走査を行うことができ、この操作により、ウェハディスクをビームライン30から外れた位置まで移動させておく。

【0052】この状態では、ウェハ13にはイオンビームが注入されないから、イオン注入前に、上記した第一、第二の測定体による測定を行い、許容下限値となる規定値(例として、デフォルトは50%)に達しているかどうか判断して、到達していなければ注入を中止する。規定値は、目標とするエネルギーーコンタミネーションに対する許容量に応じて、レシピに応じて設定可能である。なお、輸送効率をファラディカップを用いる例を示したが、プロファイル線式センサーや、ウェハ面ディスク体からの直接電流検知する方式等、ビーム電流を計測できる方法はどの方法でもよい。

【0053】イオン源15とアナライザ16の再調整によって、ビーム輸送効率は、ある程度、改善される。そこで、注入中止と同時に、イオン源15とアナライザーの再調整を要求するメッセージをオペレータインターフェース画面に表示しても良い。

【0054】減速電極24は、イオンビームに減速の作

11

用をするもので、質量分析スリット23の後方もしくは前方に別に設置しても良いし、イオンの質量分析スリット23を兼ねてもよい。イオンの質量分析スリット23は、各イオン種に必要な質量分解能に応じて、段階的に開口のスリット幅が自動的に変更されるようになっている。

【0055】イオンの質量分析スリット23は、アナライザー16のコイル電流を振って、ビーム中心軸を合わせるときだけ、自動的にスリット幅を最小とする。

【0056】ビーム輸送効率の測定と、イオン注入可否の判定は、装置のドーズコントロールプログラムによって、自動的に実行される。このプログラムは、ビーム輸送効率を測定し、レシピのビーム輸送効率下限値を参照して、上回っているかどうか判定する。不足している場合は、イオン注入を開始せず、エラーメッセージを、モニター画面上に表示すれば良い。

【0057】この場合、オートチューニングのプログラムにリンクして自動的にイオン源15、アナライザーのチューニングを行うことも可能である。

【0058】減速注入においては、最大幅のスリットを通して注入が行われるが、この方式はビームの中心軸を調整しにくい点が問題となるが、アナライザーのコイル電流を振って、ビーム中心軸を合わせるときだけ、自動的に最小幅にスリットすることによって、ビームの中心軸を調整しながら、ビーム輸送効率を上げることができる。

【0059】上記したように、本発明では、イオン源、引出電極、質量分析装置、質量分析スリット、ウェハ処理室等を備えるイオン注入装置において、エネルギー・コンタミネーション調節する手法が得られる。具体的には、エネルギー・コンタミネーションの調節は、イオンビームのビーム輸送効率とウェハのエネルギー・コンタミネーションとの関係に基づいて、イオン注入を管理することによって行われる。

【0060】また、イオンビームのビームラインに減速装置を設けて、減速装置を用いる減速注入時に、ビーム輸送効率とエネルギー・コンタミネーションの関係に基づいて注入を管理するするよう構成しても良い。減速装置は減速電極部にて構成するとともに、減速電極部からウェハまでのビーム輸送効率とエネルギー・コンタミネーションの量との反比例関係に基づいて、許容量以上のエネルギー・コンタミネーションが発生しないように構成できる。

【0061】ビーム輸送効率は、減速電極部の直後とウェハの直後にファラデイカップを設けて、ウェハへの注入開始前に測定される。更に、ビーム輸送効率の測定値とあらかじめ設定してある許容下限値とを比較し、下限を下回る場合は、注入開始しないように構成することも可能である。

【0062】イオン源とビーム輸送系を利用して、ビー

12

ム輸送効率をチューニングすることもできる。ビーム輸送効率の測定値とあらかじめ設定してある許容下限値とを比較し、下限を下回る場合は、注入開始しないよう構成し、注入開始しない場合は、エラーメッセージを表示し、自動的にイオン源とビーム輸送系の再チューニングを実施しても良い。

【0063】ビーム輸送系のチューニングの際に、質量分析スリットを可変スリット幅方式として、ビームを調整することも可能であるし、また、質量分析スリットを減速電極兼用としても良い。

【0064】ビーム輸送系のチューニングの際に、最小幅の質量分析スリットに自動的に切り換え、ビームの軸出しを行うとともに、アナライザーのコイル電流を調整しても良い。

【0065】なお、第一のフラグファラディは、減速電極部の直後に設けるほか、質量分析スリットの直前や、質量分析の直前又は直後でもよく、ウェハディスクの直後に設けられた第二のディスクファラディも、ウェハディスクと同一位置やウェハディスクの直前に設けるよう構成してもよい。

【0066】

【発明の作用】減速電極部11の直後に第一の測定体であるフラグファラディ12を置き、ウェハディスクの直後に第二の測定体であるディスクファラディ14を置くことによって、両測定体間のビーム輸送効率を測定する。それぞれのファラディイカップで測定したビーム電流値を比較すれば、ビーム輸送効率が求められる。この測定は、ウェハディスクをビームラインから外れた位置までずらしておき、この状態で、第一、第二の測定体を用いて、ウェハに対するイオン注入前に行われる。測定の結果、許容下限値となる規定値（例として、デフォルトは50%）に達しているかどうか判断して、到達していなければ注入を中止する。規定値は、装置使用者のエネルギー・コンタミネーションに対する許容量に応じて、レシピに応じて設定可能である。

【0067】イオン源15とアナライザー16の再調整によって、ビーム輸送効率は、ある程度改善される。そこで、注入中止と同時に、イオン源とアナライザーの再調整を要求するメッセージをオペレータインターフェース画面に表示する。

【0068】減速電極24は、イオンビームに減速の作用をするもので、質量分析スリット23の後方もしくは前方に別に設置しても良いし、イオンの質量分析スリット23を兼ねてもよい。イオンの質量分析スリット23は、各イオン種に必要な質量分解能に応じて、段階的に開口のスリット幅が自動的に変更されるようになっている。

【0069】イオンの質量分析スリット23は、アナライザーのコイル電流を振って、ビーム中心軸を合わせるときだけ、自動的にスリット幅を最小とする。

## 【0070】

【発明の効果】本発明によれば、ビームの中間収束点または質量分析スリットの前後位置におけるビーム中の中性ビームの成分比率を一定比率以下となるように調節することができ、これによって、最大エネルギー・コンタミネーション量を推定することができる。更に、本発明では、ビームの中間収束点または質量分析スリットの前後位置からウエハまでの輸送効率を測定すれば、実際のエネルギー・コンタミネーション量を推定することができ、エネルギー・コンタミネーションがコントロールできる。また、減速を行わない装置でも、ビーム輸送効率低下によるスループットの低下を防止することができる。

【0071】また、注入時にエネルギー・コンタミネーション量をモニターすることができる。

【0072】従来エネルギー・コンタミネーションコントロールすることは困難であったが、ビーム輸送効率によりその管理を実施でき、ビームの中心軸を調整しながら、ビーム輸送効率を上げることもできる。

【0073】本発明では、予定より深く注入されるコンタミネーション成分を軽減できるため、大量のエネルギー・コンタミネーション成分の発生を防止できる。したがって、接合の探さがコンタミネーション成分によって決まる不具合を回避できると共に、エネルギー・コンタミネーションの許容量を、目標値以下とすることができる。

【0074】ディセル以後におけるビームの輸送効率を改善することにより、エネルギー・コンタミネーションの量が、減速後のビームの走行距離、減速後のチャージアップの度合い、減速時の収束一発散作用、イオン源と分

析電磁石のチューニングなどに大きく依存することを利用して、ビームのチューニングを行う度に変化するエネルギー・コンタミネーションの量を管理することができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用できるイオン注入装置を説明するための概略図である。

【図2】本発明の一実施の形態に係るイオン注入装置を示す図である。

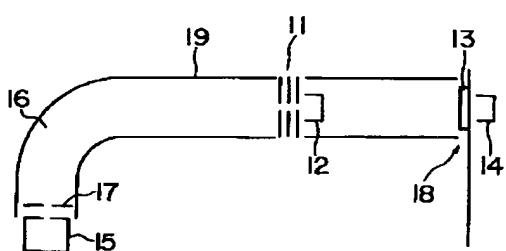
【図3】減速注入を行った際におけるデプスプロファイルを示した図である。

【図4】ビーム輸送効率とエネルギー・コンタミネーションとの関係を示した図である。

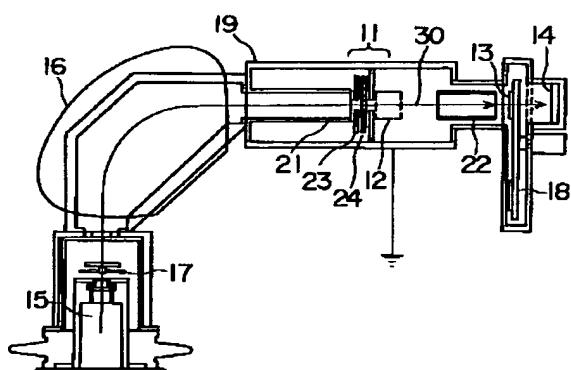
## 【符号の説明】

11	減速電極部
12	フラグファラディ
13	ウェハ
14	ディスクファラディ
15	イオン源
20 16	質量分析装置
17	引出電極
18	ウェハ処理室
19	中間領域
21、22	ビームパイプ
23	質量分析スリット
24	減速電極
30	ビームライン

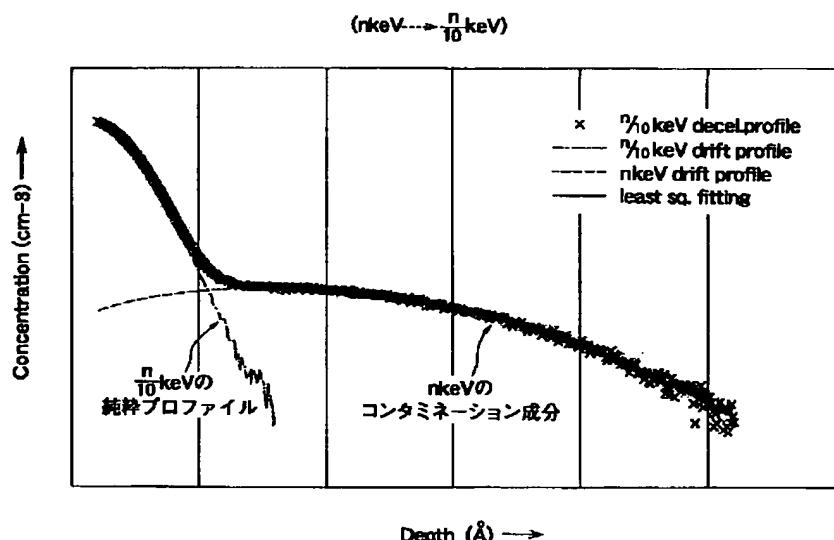
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

